

## Моделирование гидродинамических исследований на установившихся режимах закачки в низкопроницаемых коллекторах

**Ахметова Рина Ринатовна**

**Асалхузина Гузаль Фаритовна**

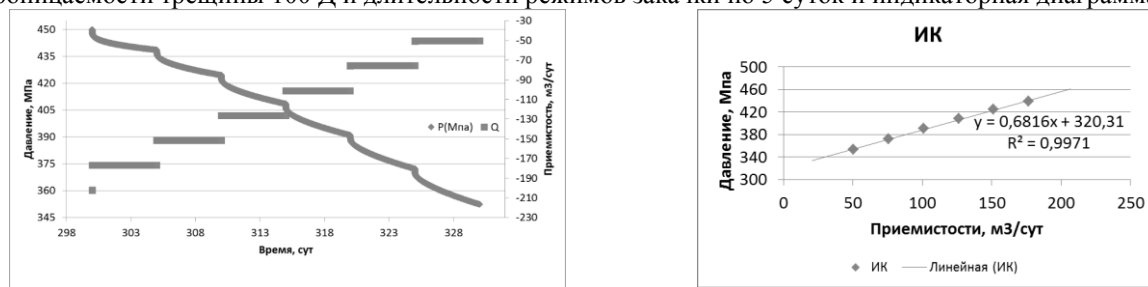
**Башкирский государственный университет**

**Давлетбаев Альфред Ядгарович, к.ф.-м.н.**

[rinaahmetova@mail.ru](mailto:rinaahmetova@mail.ru)

В последние годы в разработку активно вовлекаются коллектора с низкой проницаемостью пласта. Из-за значительной длительности «традиционных» видов гидродинамических исследований (ГДИС) методами КПД и КВД на таких пластах на практике активно применяются и развиваются «малозатратные» технологии ГДИС. [1] Одним из наиболее распространенных методов «малозатратного» вида ГДИС в нагнетательных скважинах являются исследования на установившихся режимах закачки (методом построения индикаторных диаграмм). Данный вид ГДИС позволяет оценить пластовое давление и коэффициент приемистости скважины.

Для оценки пластового давления и коэффициента приемистости нагнетательной скважины рассмотрена численная модель элемента девятиточечной системы разработки, которая состоит из трех добывающих скважин с трещинами ГРП и одной нагнетательной скважины с трещиной автоГРП. [2] Моделируется работа скважин при постоянном забойном давлении в течение 300 суток, далее в нагнетательной скважине проводится последовательная смена режимов работы при различных значениях приемистости. На *рис. 1* представлены график изменения давления во времени и приемистости в нагнетательной скважине при проницаемости пласта 1 мД, проницаемости трещины 100 Д и длительности режимов закачки по 5 суток и индикаторная диаграмма.



*рис.1. Пример изменения давления в скважине и расхода жидкости при моделировании исследования на установившихся режимах закачки и индикаторная диаграмма*

В данной работе выполнены численные расчеты при различных проницаемостях пласта ( $k = 0.1, 1, 10, 100$  мД), проницаемостях трещины автоГРП (100Д) и различных длительностях режимов закачки ( $t=0.1, 0.5, 1, 3, 5, 10, 20, 25, 50, 100$  сут.). Полученные расчеты сравнивались с давлением на контуре питания в численной модели. При увеличении проницаемости пласта уменьшается разница между давлением, полученным по индикаторной диаграмме и давлением на контуре питания в численной модели.

Список публикаций:

[1] Дейк Л.П. *Практический инжиниринг резервуаров*. - Москва-Ижевск: 2008. 668с

[2] Кудряшов С.И., Бачин С.И. и др. // *Нефтяное хозяйство*. - 2005, март. - с. 80.

## Исследование влияния дифракции на амплитудно-фазовые характеристики круглых гауссовых пучков

**Бондарева Жанна Юрьевна**

**Бондарева Елена Юрьевна**

**Южный федеральный университет**

**Тарасов Сергей Павлович, д.т.н.**

[jeanne\\_bond@mail.ru](mailto:jeanne_bond@mail.ru)

Исследование недр Мирового океана является актуальной задачей в условиях нарастающего дефицита минеральных ресурсов и топлива. Гидроакустика, как наука, и гидроакустические антенны, как инструмент, уже используется для решения этой задачи повсеместно. На настоящий момент гидроакустическое приборостроение уже обеспечило предельно достижимые параметры гидроакустической техники, поэтому ключевой задачей становится получение нового объема первичных данных. В этом плане весьма перспективной представляется идея использования в качестве источников и приемников гидроакустических сигналов, так

называемых, параметрических излучающих и приемных антенн, принцип действия которых основан на нелинейном взаимодействии акустических волн.

При разработке параметрических гидроакустических антенн необходимо учитывать ряд факторов, оказывающих влияние на распространение акустических сигналов в реальной среде [1]. Целью данной работы является исследование амплитуды и фазы колебаний, формируемых круглыми преобразователями в условиях дифракции. Круглые пучки с гауссовым распределением амплитуды описываются выражением

$$Amp(r) = \left| \frac{p}{\sqrt{l_d^2}} \cdot \exp \left[ -\frac{r^2}{a^2} \cdot \frac{1}{1 + \frac{z^2}{l_d^2}} \right] \right|, \quad (1)$$

где  $Amp(r)$  – зависимость амплитуды сигнала от расстояния  $r$ ;  $p$  – звуковое давление,  $z$  – координата вдоль направления распространения волны  $z=0, 0,1 \dots 100$ ;  $a$  – радиус антенны;  $l_d$  – длина зоны дифракции.

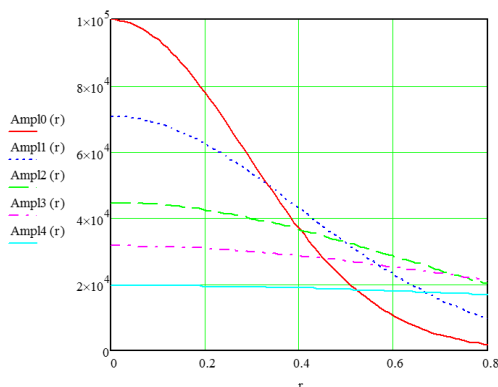


рис.1. Зависимость ширины поперечного распределения амплитуды в гауссовом пучке под влиянием дифракции

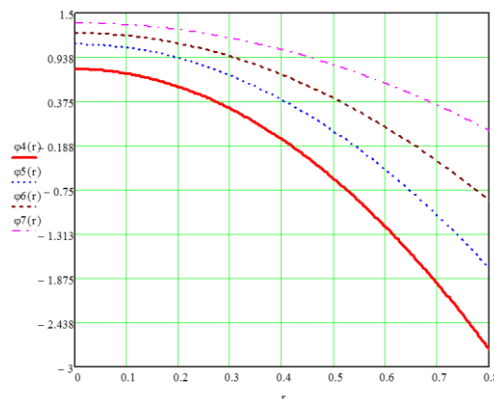


рис.2. Зависимость фазового фронта гауссова пучка от дифракции

Для рис. 1 зависимости  $Amp0(r)$  соответствует зависимости  $\frac{z}{l_d} = 0$ ; для зависимости  $Amp1(r)$  –  $\frac{z}{l_d} = 0,5$ ; для зависимости  $Amp2(r)$  –  $\frac{z}{l_d} = 1$ ; для зависимости  $Amp3(r)$  –  $\frac{z}{l_d} = 2$ ; для зависимости  $Amp4(r)$  –  $\frac{z}{l_d} = 3$ . Согласно известной теории дифракция в гауссовом пучке приводит к искривлению фазового фронта, что можно рассчитать по формуле

$$\varphi(r) = \arctg \left( \frac{z}{l_d} \right) - \frac{r^2}{a^2} \cdot \frac{\frac{z}{l_d}}{1 + \frac{z^2}{l_d^2}}, \quad (2)$$

где  $\varphi(r)$  – зависимость фазы сигнала от расстояния  $r$ .

Для рис. 2 зависимости  $\varphi4(r)$  соответствует значение  $\frac{z}{l_d} = 1$ ; зависимости  $\varphi5(r)$  –  $\frac{z}{l_d} = 2$ ; зависимости  $\varphi6(r)$  –  $\frac{z}{l_d} = 3$ ; зависимости  $\varphi7(r)$  –  $\frac{z}{l_d} = 5$ .

В ходе работы была исследована зависимость амплитуды и фазового фронта круглых гауссовых пучков от дифракции, а также построены графические отображения влияния дифракции на распространение высокочастотных волн. Проанализировав полученные результаты можно сделать следующие выводы:

1) При увеличении соотношения  $\frac{z}{l_d}$  от 0 до 5 ширина поперечного распределения амплитуды увеличивается. Такое соотношение может быть эффективным при тщательном сканировании акватории, например, при поиске мелких объектов. Для распространения акустического сигнала на дальние и сверхдальние расстояния, например, в целях передачи информации, необходимо стремиться к уменьшению ширины поперечного распределения амплитуды.

2) Влияние дифракции на изменение фазового фронта при соотношении  $\frac{z}{l_d} > 1$  и  $\frac{z}{l_d} < 1$  различно. При изменении соотношения  $\frac{z}{l_d}$  в пределах от 0 до 1 фазовый фронт уменьшается, достигая максимума искривления при  $\frac{z}{l_d} = 1$ . В случае  $\frac{z}{l_d} > 1$  наблюдается увеличение фазового фронта.

Список публикаций:

[1] Воронин В.А., Тарасов С.П., Тимошенко В.И. // Гидроакустические параметрические системы. – Ростов н/Д: Ростиздат, 2004 г. – с.10-24.

## Исследование воздействия ударных волн на железосодержащие руды и отходы

**Гатиятуллин Данияр Тагирович**

*Сагидуллин Рамиль Камильевич*

*Башкирский государственный университет*

*Шайхитдинов Рамиль Зайниевич, д.ф.-м.н.*

*d9279315694@mail.ru*

Добыча руд и производство цветных и редких металлов с каждым годом возрастают. В то же время качество перерабатываемых руд и содержание в них металлов непрерывно снижается. Поэтому в отличие от прошлых лет, когда некоторые руды с высоким содержанием свинца, меди или олова направлялись непосредственно на металлургическую плавку, руды цветных и редких металлов, добываемые в настоящее время, непригодны для непосредственного получения из них металла, и переработка их экономически невыгодна без предварительного обогащения.

Руды цветных и редких металлов отличаются сложностью минерального и химического состава. В большинстве своем они являются комплексными, полиметаллическими, содержащими несколько цветных и редких металлов в виде минералов, совместное присутствие которых затрудняет или исключает применение металлургических процессов без предварительного разделения их методами обогащения.

Целью работы является разработка экологически чистой (т.е. без применения хим. реагентов) и экономически эффективной технологии обогащения железосодержащих руд и отходов. В нашей лаборатории разработан способ обогащения, суть которого заключается в синергетическом воздействии мощных ударных волн и кавитации. Благодаря этим эффектам достигается мелкодисперсное измельчение обрабатываемого продукта. Важным моментом является то обстоятельство, что измельчение происходит на границе фаз, что в дальнейшем обеспечивает «чистую» сепарацию. Во время процесса обработки образуются кратковременное высокое давление, и высокие температуры, что способствует конверсии немагнитной руды (трехвалентное железо) в магнитный продукт (четырёхвалентное), что можно легко выделить магнитной сепарацией.

Нашим коллективом разработан и изготовлен лабораторный стенд по обогащению железосодержащих руд и отходов. В ходе работы получили результаты, представленные в таблице. В таблице нулевой образец 1 – это железосодержащая руда, которая подверглась двум обработкам в течение 1 минуты, каждая обработка. Нулевой образец 2 – это железосодержащие отходы.

Состав	Содержание, % масс.		
	Нулевой образец 1	1 обработка	2 обработка
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	52,125	65,082	88,329
SiO <sub>2</sub>	30,125	22,977	7,798
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,530	8,959	2,055
	Нулевой образец 2	1 обработка	2 обработка
	31,320	54,021	80,034
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	65,521	36,230	15,920
SiO <sub>2</sub>	4,23	3,020	1,62
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			

Таким образом, в результате экспериментальных исследований установлено, что ударные волны, максимально раскрывая зерна полезного компонента, значительно могут повысить эффективность традиционных методов обогащения (гравитационного, флотационного).